

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий отделом подготовки
кадров высшей квалификации

В.П. Драгунов

«23» февраля 2017 г.

ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальности

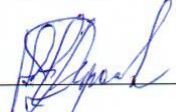
**05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы
и комплексы»**

по техническим и физико-математическим наукам

Новосибирск 2017


Программа утверждена на заседании ученого совета физико-технического факультета,
протокол заседания № ____ 1 ____ от «21 ____» ____ 02 ____ 2017г

Программу разработал:
д.т.н., профессор


Ю.Н. Дубнищев

Программа обсуждена на заседании кафедры оптических информационных технологий,
протокол заседания кафедры № 2 ____ от 20 02 ____ 2017г

Заведующий кафедрой:
д.т.н


В.А. Лабусов

Ответственный за образовательную программу:
д.т.н., профессор


Ю.Н. Дубнищев

Декан ФТФ:
к.ф.-м.н., доцент


И.И. Корель

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы

и комплексы»

по техническим и физико-математическим наукам

Введение

Настоящая программа разработана на основе базовых дисциплин: физика; основы оптики; оптические и оптико-электронные приборы и системы; оптические материалы и технологии; источники и приемники оптического излучения; лазерная техника; оптические измерения; проектирование оптико-электронных приборов.

В основу программы положены вузовские дисциплины, направленные на изучение методологических основ и понятий оптоинформатики, работы по лазерным доплеровским измерительным системам и их приложениям в экспериментальной гидро- и газодинамике, в промышленных технологиях, связанных с необходимостью невозмущающего контроля газовых и конденсированных сред. По оптическим методам исследования потоков, развивающегося научного направления по оптическим компьютерным системам и 3D информационным технологиям. По системам голографической памяти, аналоговым и цифровым оптическим процессорам, фотонным кристаллам. К важнейшим результатам относятся работы по технологиям технического зрения, основанным на трёхмерной дифракции, триангуляционным системам, лазерной наноинтерферометрии.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по электронике, измерительной технике, радиотехнике и связи при участии ГОИ им. С.И.Вавилова, МФТИ, НИИ прецизионного приборостроения, НИИ «Полюс» и МГУГиК.

1. Вводные положения

Роль оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (ОиОЭПиК) в развитии науки и техники. Краткий исторический обзор и роль отечественных ученых и инженеров в развитии оптического и оптико-электронного приборостроения. Перспективы и тенденции развития ОиОЭПиК.

2. Основы оптики

Электромагнитная и квантовая природа оптического излучения. Основные законы оптического излучения. Приближения геометрической оптики.

Распространение света в изотропных и анизотропных средах. Поляризация. Двойное лучепреломление. Применение поляризации.

Интерференция. Когерентность. Применение интерференции. Многолучевая интерференция.

Дифракция. Применение дифракции. Разрешающая способность.

Голография и ее применение в оптике.

Распространение оптического излучения в атмосфере и других поглощающих, рассеивающих, преломляющих и турбулентных средах.

3. Прикладная оптика

Основные законы и понятия геометрической оптики. Принцип Ферма. Условия получения идеального изображения.

Основные положения и формулы идеальной оптической системы и оптики параксиальных лучей. Инварианты: Аббе, Лагранжа-Гельмгольца, Юнга-Гульстранда.

Ограничение пучков лучей в оптических системах.

Инвариант Штраубеля. Яркость и освещенность изображения.

Теория aberrаций оптических систем. Хроматические и монохроматические aberrации. Эйконал Шварцшильда. Методы aberrационного расчета оптических систем. Выбор aberrаций, подлежащих исправлению. Особенности aberrационного расчета оптических систем с асферическими поверхностями.

Типовые оптические детали и их характеристики.

Классификация оптических систем и их основные характеристики. Основные задачи, решаемые при габаритном расчете оптических систем. Габаритный расчет основных типов оптических систем: лупы, микроскопа, телескопических, проекционных, фотоэлектрических и голографических приборов.

Особенности лазерной оптики, формирование лазерного излучения оптическими системами. Оптические системы для фокусирования, коллимирования, изменения диаграмм направленности и согласования лазерного излучения.

Волоконно-оптические системы и их особенности.

Интегральная оптика и перспективы ее развития. Дифракционные оптические элементы и системы.

Оценка качества изображения, даваемого оптической системой. Критерии качества. Вычисление и методы экспериментального определения оптической передаточной функции.

Этапы автоматизированного проектирования оптических систем. Программное обеспечение. Структурная схема САПР оптических систем. Методы автоматизированного расчета оптических систем. Оценочная функция.

Основы расчета допусков в оптических системах.

4. Источники и приемники оптического излучения

Основные виды источников оптического излучения. Параметры и характеристики источников. Некогерентные искусственные излучатели. Естественные источники излучения.

Современные лазеры: принципы действия, принципиальные схемы, режимы работы, параметры и характеристики.

Основные виды приемников оптического излучения. Глаз человека как приемник излучения и измерительной информации. Свойства зрительного анализатора.

Параметры и характеристики приемников оптического излучения.

Многоэлементные приемники излучения.

Схемы включения приемников излучения и согласующие цепи.

5. Оптические измерения

Основы метрологии применительно к оптическим измерениям. Методы и приборы для измерения и контроля основных параметров и характеристик оптических материалов, оптических деталей и оптических систем.

Оптические измерения в инфракрасной и ультрафиолетовой областях спектра. Фотометрия и радиометрия. Принципы работы и схемы основных типов фотометров, радиометров, спектрофотометров и спектрорадиометров.

Способы измерения параметров и характеристик лазерного излучения.

6. Прием и преобразование сигналов в оптических и оптико-электронных приборах и комплексах

Пространственное, временное, пространственно-частотное и частотно-временное представление оптических сигналов. Статистические параметры и вероятностное описание оптических полей и сигналов. Модели фона.

Анализаторы оптического изображения. Преобразование многомерных оптических сигналов в одномерные электрические.

Сканирование в оптико-электронных приборах. Типы сканирующих систем.

Математические модели отдельных типовых звеньев и оптико-электронной системы в целом.

Методы фильтрации сигналов в ОиОЭПиК. Спектральная, пространственная и пространственно-временная фильтрация. Оптимальная фильтрация в когерентных и некогерентных оптических системах.

Модуляция и демодуляция сигнала в ОиОЭПиК. Основные виды модуляторов; их параметры и характеристики.

Оптическая корреляция. Схемы некогерентных и когерентных оптико-электронных корреляторов.

Математические операции, осуществляемые с помощью оптических систем. Оптические анализаторы спектра. Цифровая обработка оптических изображений.

7. Проектирование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Основные критерии оценки качества ОиОЭПиК как объектов проектирования. Основные принципы системного подхода к проектированию ОиОЭПиК. Уровни проектирования. Конструктивные и технологические требования к М. Моделирование и применение САПР при проектировании М. Обобщенная методика энергетического расчета М. Основные виды энергетических расчетов (расчет отношения сигнал/шум, расчет к.п.д. прибора, расчет дальности действия и пороговой чувствительности). Особенности энергетического расчета лазерных приборов.

Методика выполнения точностных расчетов М. Методы и средства компенсации погрешностей в ОиОЭПиК.

Особенности расчета и конструирования типовых кинематических узлов ОиОЭПиК.

Метрологические параметры и характеристики ОиОЭПиК; аттестация и сертификация ОиОЭПиК.

Испытания и исследования ОиОЭПиК. Методы и аппаратура для проведения испытаний ОиОЭПиК.

Применение эргономики при проектировании ОиОЭПиК.

8. Основы технологии оптического и оптико-электронного приборостроения

Конструкционные материалы, применяемые в современном оптическом и оптико-электронном приборостроении. Современные методы и средства изготовления типовых деталей и элементов ОиОЭПиК.

Методы сборки, юстировки и контроля в процессе изготовления типовых деталей, узлов и ОиОЭПиК в целом.

9. Современное состояние и перспективы развития оптического и оптико-электронного приборостроения

Основные классы и типы ОиОЭПиК, применяемые в промышленности и на транспорте, медицине и биологии, научных исследованиях, контроле окружающей среды, военной технике, строительстве и геодезии, космических исследованиях, разведке природных ресурсов; перспективы их совершенствования и развития. Развитие двойных технологий в оптическом и оптико-электронном приборостроении.

Основная литература

1. Арбузов В. А. Методы гильберт-оптики в измерительных технологиях : монография / В. А. Арбузов, Ю. Н. Дубнищев ; отв. ред. Ю. В. Чугуй ; Новосиб. гос. техн. ун-т [и др.]. - Новосибирск, 2007. - 314 с., [4] л. ил. : ил.
2. Оптические методы исследования потоков / Ю. Н. Дубнищев [и др.] ; отв. ред. В. Е. Накоряков ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т теплофизики им. С. С. Кутателадзе. - Новосибирск, 2003. - 415, [1] с. : ил.
3. Дубнищев Ю. Н. Колебания и волны : [учебное пособие для вузов по направлениям подготовки "Приборостроение", "Оптотехника" и др.] / Ю. Н. Дубнищев. - СПб. [и др.], 2011. - 383 с. : граф.
4. Бычков Р. М. Беседы о геометрической оптике : учебное пособие / Р. М. Бычков, Ю. В. Чугуй. - Новосибирск, 2011

5. 3D лазерные информационные технологии / [Твердохлеб П. Е. и др.] ; отв. ред. П. Е. Твердохлеб ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т автоматике и электрметрии. - Новосибирск, 2003. - 550 с. : ил., схемы.
6. Трехмерная лазерная модификация объемных светочувствительных материалов : [монография / П. Е. Твердохлеб и др.] ; отв. ред. П. Е. Твердохлеб ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т автоматике и электрметрии [и др.]. - Новосибирск, 2012. - 349, [3] с. : ил., схемы. - Авт. указаны на 349-й с..
7. Стафеев, С.К. Основы оптики. СПб. : Лань, 2013. — 336 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/32822> — Загл. с экрана
8. Заказнов Н.П., Кирюшин С.И., Кузичев В.И. Теория оптических систем. СПб.: Лань, 2008. – 448с
9. Запрягаева Л.А., Свешникова И.С. Расчет и проектирование оптических систем (в 2ч.). М.: Изд-во МИИГАиК, 2009 – 350с (258с).
10. Ишанин Г.Г. Приемники оптического излучения на внешнем фотоэффекте. СПб. : НИУ ИТМО, 2013. — 103 с.
11. Храмов, В.Ю. Моделирование взаимодействия излучения с веществом в задачах лазерной оптики. СПб. : НИУ ИТМО, 2010. — 111 с.
12. Мирошников, М.М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. СПб. : Лань, 2010. — 704 с.
13. Мосягин, Г.М. Методы решения задач по теории оптических и оптикоэлектронных систем и приборов: Учеб. пособие – Часть 3. М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 88 с.
14. Порфирьев, Л.Ф. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах. СПб. : Лань, 2013. — 400 с.
15. Коняхин, И.А. Процедуры автоматизированного проектирования и моделирования оптико-электронных приборов и систем : Учебное пособие. СПб. : НИУ ИТМО, 2015. — 154 с.

Дополнительная литература

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970.
2. Зубаков В.Г., Семибратов М.Н., Штандель С.К. Технология оптических деталей. М.: Машиностроение, 1985.
3. Информационная оптика / Н.Н. Евтихийев, О.А. Евтихьева, И.Н. Компанец и др. Под ред. Н.Н. Евтихьева. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
4. Ишанин Г.Г. Приемники излучения оптических и оптико-электронных приборов. Л.: Машиностроение (Ленинград. отд-ние), 1986.
5. Климков Ю.М. Прикладная лазерная оптика. М.: Машиностроение, 1985.
6. Мосягин Г.М., Немтинов В.Б., Лебедев Е.Н. Теория оптико-электронных систем. М.: Машиностроение, 1990.
7. Проектирование оптико-электронных приборов / Ю.Б. Парвулюсов, С.А. Родионов, В.П. Солдатов и др. Под общ. ред. Ю.Г. Якушенкова. 2-е изд., перераб. и доп., М.: Логос, 2000.
8. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. 4-е изд. перераб. и доп. М.: Логос, 1999.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по специальности

05.11.07 «Оптические и оптико-электронные приборы

и комплексы»

по техническим и физико-математическим наукам

Основы оптики

Наблюдаемые (регистрируемые) характеристики поля. Поперечность и поляризация световой волны. Импульс и момент импульса. Световое давление.

Основные понятия фотометрии. Световые величины: сила света; световой поток; освещенность; светимость; яркость. Относительная видность. Связь энергетических и световых величин.

Интерферометры Фабри–Перо и Кона. Разрешающая способность многолучевых интерферометров.

Принцип Гюйгенса—Френеля. Зоны и спираль Френеля. Понятие о теории Кирхгофа.

Зонные пластинки Френеля. Киноформные элементы.

Оптика движущихся сред. Основные явления. Эффект Доплера. Релятивистские эффекты. Эффект Саньяка. Оптическая гироскопия.

Вращение плоскости поляризации. Эффект Фарадея. Понятие о молекулярной теории вращения плоскости поляризации.

Элементы нелинейной оптики. Материальное уравнение нелинейной среды. Нелинейная поляризация. Нелинейная восприимчивость. Вынужденное комбинационное рассеяние света. Генерация второй оптической гармоники. Параметрический генератор света. Оптика фемптосекундных лазерных импульсов.

Прикладная оптика

Теория линейных оптических систем. Линейные оптические когерентные и некогерентные системы. Интеграл суперпозиции. Линейные пространственно-инвариативные системы. Интеграл свертки. Примеры линейных пространственно-инвариативных систем с различными импульсными откликами.

Расчёт основных параметров сложных оптических систем. Матричный метод в параксиальной оптике.

Светосила объектива. Роль апертурных диафрагм в оптических системах. Ограничение поля зрения в оптических системах. Входной люк оптической системы. Выходной люк оптической системы. Виньетирование оптических систем.

Оптические системы, формирующие изображение с большой глубиной резкости. Перспектива изображения и её связь с положением зрачков.

Оптическая и актиническая коррекция оптических систем. Объективы с ахроматической коррекцией - ахроматы. Вторичный спектр при ахроматической коррекции объективов. Оптические системы с апохроматической коррекцией - апохроматы.

Полевые aberrации и их основные особенности. Астигматизм и мера астигматизма. Поверхности меридионального и сагиттального изображения. Кривизна изображения и степень её устранения в оптических системах. Астигматизм на границе раздела сред.

Выполнение условия ортоскопичности в оптических системах. Нарушение условия ортоскопичности в симметричных системах. Общая формула Вандерслеба.

Сборные объективы и их свойство. Четырёхлинзовые объективы и их характеристики. Линзы, свободные от астигматизма. Системы с большим угловым полем зрения. Фотообъективы. Объективы с переменным фокусным расстоянием.

Анаберрационные асферические линзы. Анастигматические несферические поверхности. Условие анастигматичности асферической поверхности.

Расчет параметров менисковых линз для коррекции зрения по формуле Чернинга. Дневное и сумеречное зрение. Эффект Пуркинье.

Источники и приемники оптического излучения

Измерения спектральных характеристик излучения оптических квантовых генераторов.

Лазерный нагрев неоднородной плазмы. Основные понятия физики управляемого термоядерного синтеза с лазерным нагревом мишени и инерциальным удержанием плазмы.

Оптические измерения

Системы технического зрения. Дифракционные методы контроля и их технические характеристики.

Теневые методы на основе многоэлементных фотоприемников.

Триангуляционные методы измерений и лазерные щупы.

Контроль 3D объектов на основе структурного освещения. Методы низкокогерентной интерферометрии для контроля поверхностных дефектов изделий.

Прием и преобразование сигналов в оптических и оптико-электронных приборах и комплексах

Динамическое представление сигналов через функцию включения. Функция Хевисайда.

Спектральные представления сигналов. Преобразование Фурье. Спектральная плотность сигнала. Обратное преобразование Фурье. Свойства преобразования Фурье.

Взаимная спектральная плотность сигналов. Взаимный энергетический спектр. Энергетический спектр сигнала.

Взаимная корреляционная функция сигналов и её свойства. Связь взаимной корреляционной функции со взаимной спектральной плотностью.

Пространственная инвариантность линейных оптических систем.

Фильтрация оптических сигналов в пространственно–частотной плоскости. Дифференцирование и интегрирование сигналов.

Структура оптического процессора. Дуальность оптических систем.

Оценка энергии, амплитуды и производной для сигналов с ограниченным спектром.

Преобразования Гильберта в координатном и частотном пространствах. Гильберт–фильтрация в частотной области. Преобразования Фуко–Гильберта.

Фильтр Ван–дер–Люгта. Понятие об оптических системах распознавания образов. Оптические корреляторы.

Дополнительная литература

1. Брой М. Информатика. Основопологающее введение. М.: Мир, 1996
2. Бауэр Ф.Л. Информатика. М.: Мир, 1990
3. Прэтт У. Цифровая обработка изображений. М.: Мир, 1982
4. Лебедев Д.С. Статистическая теория обработки видеоинформации. М.: МФТИ, 1988
5. Реконструкция изображений. Под ред. Г.Старка. М.: Мир, 1992
6. Папулис А. Теория систем и преобразования в оптике. М.: Мир, 1971
7. Сороко Л.М. Основы голографии и когерентной оптики. М.: Наука, 1971
8. Сороко Л.М. Гильберт-оптика. М.: Наука, 1981
9. Гудмен Дж. Введение в Фурье-оптику. М.: Мир, 1978
10. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях: в 2т. М.: Мир, 1983
11. Дубнищев Ю.Н. Лазерные доплеровские измерительные технологии. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002
12. Василенко Г.И., Цибульский Л.М. Голографические распознающие устройства. М.: Радио и связь, 1985
13. Васильев В.Н., Гуров И.П. Компьютерная обработка сигналов в приложении к интерферометрическим сигналам. СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, 1998
14. Джерард А., Бери Дж.М. Введение в матричную оптику. М.: Мир, 1978
15. Евтихийев Н.Н., Евтихьева О.А., Компанеев И.Н. и др. Информационная оптика. Под ред. Н.Н. Евтихьева. М.: Изд-во МЭИ, 2000

Правила аттестации

Оценка знаний поступающего в аспирантуру осуществляется в виде экзамена в устной форме по билетам, составленным на основе представленных выше вопросов. Билет состоит из двух теоретических вопросов. По результатам ответа на вопросы по билету и при необходимости на дополнительные вопросы поступающий в аспирантуру может получить следующие оценки:

отлично – даны правильные ответы, полностью раскрывающие суть вопросов, и на дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий в аспирантуру ответил правильно и полностью.

хорошо – ответы даны правильные, но неполные. Раскрыта суть рассматриваемого процесса, но не приведены примеры. На дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий в аспирантуру ответил правильно и полностью.

удовлетворительно – только на один из вопросов дан правильный ответ, но на дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий в аспирантуру ответил правильно и полностью.

неудовлетворительно – на оба вопроса поступающий в аспирантуру ответил не правильно.